

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



### Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

REC'D 04 JUN 2003

WIPO

PCT

**Aktenzeichen:** 102 33 818.3

**Anmeldetag:** 25. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** ThyssenKrupp EnCoke GmbH,  
Bochum/DE

**Bezeichnung:** Abhitzeessel für eine Claus-Anlage

**IPC:** F 28 D 5/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

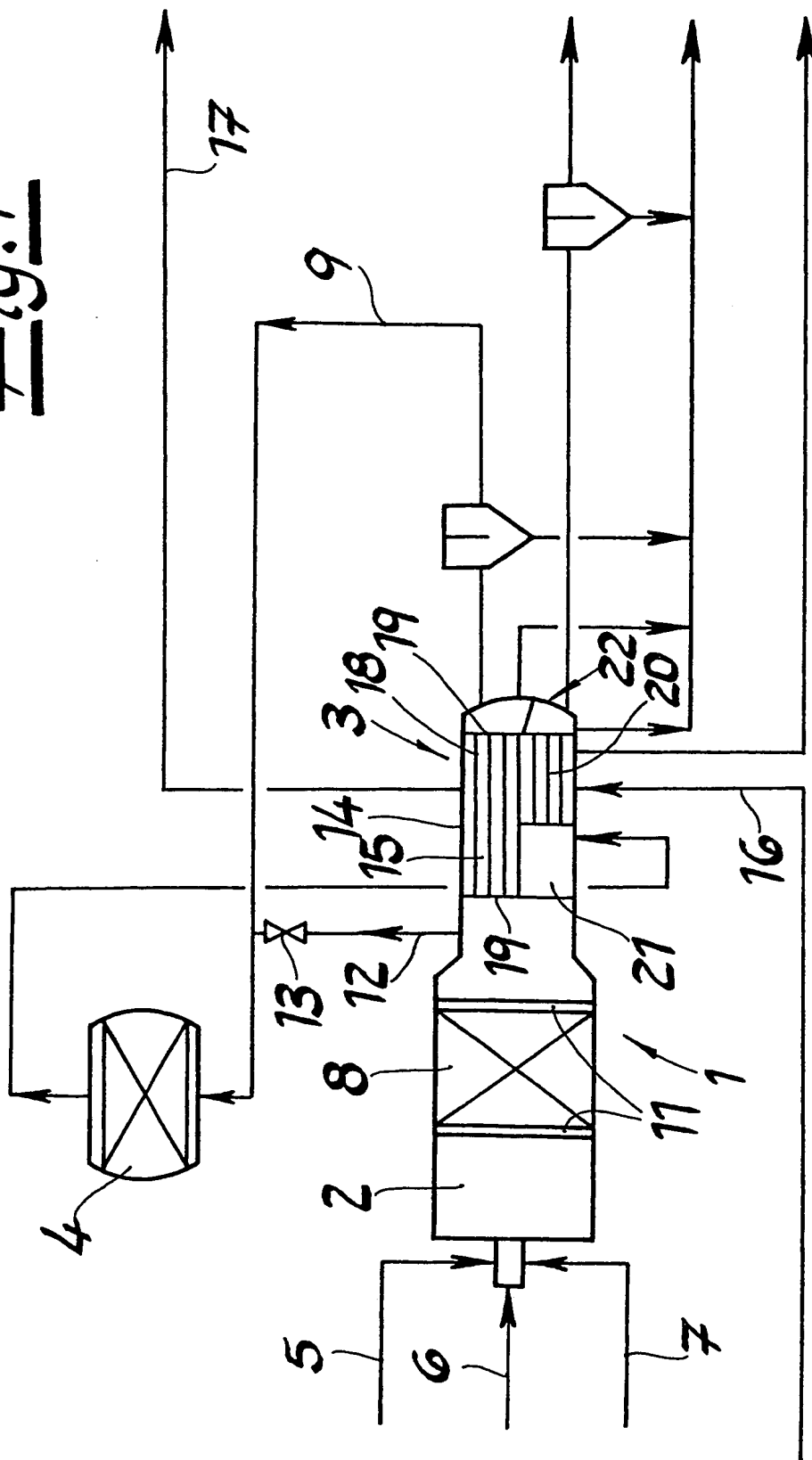
München, den 08. Mai 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Dzierzon

Zusammenfassung:

Gegenstand der Erfindung ist ein Abhitzekessel (3) für eine Claus-Anlage mit einem von einem druckfesten Mantel (14) umgebenen Dampferzeugerraum, einem langen Rohrbündel (18) aus Wärmetauscherrohren, die sich durch den Dampferzeugerraum erstrecken und an beiden Enden in Rohrböden (19) eingesetzt sind, mindestens einem weiteren Rohrbündel (20) aus kürzeren Wärmetauscherrohren, die an ihrem austritts-  
10 seitigen Ende ebenfalls in den Rohrboden (19) eingesetzt sind und an ihrem eintrittsseitigem Ende in eine Anströmkammer (21) münden, sowie mit einem Kopfstück (22), das am austrittsseitigen Ende an den Rohrboden (19) angeschlossen ist und in Sektionen unterteilt ist. Das lange Rohrbündel  
15 (18) wird von einem aus einer Brennkammer (2) austretenden heißen Prozessgas durchströmt. Die Anströmkammer (21) ist innerhalb des Dampferzeugerraums angeordnet und von einem kühleren Prozessgas (10) aus einer Katalysatorstufe (4) der Claus-Anlage beaufschlagt. Jeder Sektion des Kopfstückes  
20 (22) ist jeweils ein Rohrbündel (18, 20) zugeordnet. An die Sektionen sind Einrichtungen zur Ableitung von kondensiertem Schwefel angeschlossen. - Fig. 1

Fig. 1



ANDREJEWSKI, HONKE & SOZIEN

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

Diplom-Physiker  
DR. WALTER ANDREJEWSKI (- 1996)  
Diplom-Ingenieur  
DR.-ING. MANFRED HONKE  
Diplom-Physiker  
DR. KARL GERHARD MASCH  
Diplom-Ingenieur  
DR.-ING. RAINER ALBRECHT  
Diplom-Physiker  
DR. JÖRG NUNNENKAMP  
Diplom-Chemiker  
DR. MICHAEL ROHMANN  
Diplom-Physiker  
DR. ANDREAS VON DEM BORNE

Anwaltsakte:  
95 348/Ra/Al

D 45127 Essen, Theaterplatz 3  
D 45002 Essen, P.O. Box 10 02 54

24. Juli 2002

Patentanmeldung

ThyssenKrupp EnCoke GmbH  
Christstraße 9

44789 Bochum

Abhitzekessel für eine Claus-Anlage

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft einen Abhitzekessel für eine Claus-Anlage.

5

In einer Claus-Anlage wird Schwefelwasserstoff in elementaren Schwefel umgewandelt, der durch Kühlung des Prozessgasstromes kondensiert und flüssig abgeschieden wird. Eine Claus-Anlage besteht in ihrem grundsätzlichen Aufbau aus  
10 einer Brennkammer, einem Abhitzekessel sowie mindestens einer Katalysatorstufe. Ein  $H_2S$  enthaltendes Sauergas wird zusammen mit Luft und Heizgas in die Brennkammer geleitet, wo in einer exothermen Reaktion etwa 60 bis 70 % des Schwefelwasserstoffs zu Schwefel umgesetzt werden. Das Prozess-  
15 gas verlässt mit einer Temperatur von ca. 1200 °C die Brennkammer und wird im Abhitzekessel auf eine Temperatur unterhalb von 170 °C abgekühlt. Nach Abscheidung des kondensierenden Schwefels wird das Prozessgas wieder erwärmt und einer Katalysatorstufe zugeführt, in der bei einer Arbeitstemperatur unterhalb von 300 °C Schwefelwasserstoff,  
20 der im Prozessgas noch enthalten ist, in elementaren Schwefel umgewandelt wird. Das die Katalysatorstufe verlassende Prozessgas wird auf eine zur Kondensation des Schwefels erforderliche Temperatur abgekühlt. Nach Abscheidung des  
25 Schwefels wird das Prozessgas regelmäßig einer weiteren Katalysatorstufe zugeführt, in der der Restgehalt an Schwefelwasserstoff in Schwefel umgesetzt wird, der nach erneuter Abkühlung des Prozessgases abgeschieden werden kann. Für die Kühlung des aus der Brennkammer abgezogenen heißen  
30 Prozessgases einerseits und die Kühlung der die Katalysatorstufen verlassenden Prozessgase andererseits werden üb-

licherweise separate Abhitzekessel eingesetzt. In Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, Band 21, Seite 11, Abb. 7 ist eine Claus-Anlage beschrieben, die einen zweistufigen Abhitzekessel aufweist, in welchem das Prozessgas aus der Brennkammer sowie das Prozessgas aus einer Katalysatorstufe abgekühlt werden. Die konstruktive Ausführung des Abhitzekessels ist nicht beschrieben. Aufgrund der großen Temperaturunterschiede der eintretenden Prozessgasströme müssen erhebliche Wärmespannungen befürchtet werden, die in einem einzigen Apparat nur schwer zu beherrschen sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Abhitzekessel für eine Claus-Anlage zur Erzeugung von niedergespanntem Dampf anzugeben, der einfach aufgebaut ist und sowohl die Kühlung des aus der Brennkammer austretenden heißen Prozessgases als auch die Kühlung der die Katalysatorstufen verlassenden kühleren Prozessgase in einem einzigen Apparat ermöglicht.

Gegenstand der Erfindung und Lösung dieser Aufgabe ist ein Abhitzekessel für eine Claus-Anlage mit

einem von einem druckfesten Mantel umgebenen Dampferzeugerraum,

einem langen Rohrbündel aus Wärmetauscherrohren, die sich durch den Dampferzeugerraum erstrecken und an beiden Enden in Rohrböden eingesetzt sind, welche den Dampferzeugerraum begrenzen,

mindestens einem weiteren Rohrbündel aus kürzeren Wärmetauscherrohren, die an ihrem austrittsseitigen Ende ebenfalls in den Rohrboden eingesetzt sind und an ihrem eintrittsseitigen Ende in eine Anströmkammer münden, und

5

einem Kopfstück, das am austrittsseitigen Ende an den Rohrboden anschließt und in Sektionen unterteilt ist,

10 wobei das lange Rohrbündel von einem aus einer Brennkammer austretenden heißen Prozessgas durchströmt wird, wobei die Anströmkammer innerhalb des Dampferzeugerraums angeordnet ist und von einem kühleren Prozessgas aus einer Katalysatorstufe der Claus-Anlage beaufschlagt ist, wobei jeder

15 Sektion des Kopfstücks jeweils ein Rohrbündel zugeordnet ist und wobei an die Sektionen Einrichtungen zur Ableitung von kondensiertem Schwefel angeschlossen sind.

Der Abhitzekessel ist liegend angeordnet. An den Dampferzeugerraum sind übliche Einrichtungen für eine geregelte Kesselspeisewasserzuführung sowie Dampfabzugseinrichtungen angeschlossen. Durch die in den Dampferzeugerraum integrierte Anströmkammer können die unterschiedlichen Gaseintrittstemperaturen beherrscht werden, ohne dass aufwendige

20 Maßnahmen zum Ausgleich von Wärmedehnungen erforderlich sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist an den eintrittsseitigen Rohrboden ein Kopfstück mit einem Anschlußflansch zur unmittelbaren Befestigung an der Brennkammer oder an einem die Brennkammer enthaltenden Spalt-

30

reaktor der Claus-Anlage angeschlossen. Die Anströmkammer weist einen mantelseitigen Gaseinlass für das Prozessgas auf. Sofern die Claus-Anlage zwei oder mehr Katalysatorstufen aufweist, die bei Arbeitstemperaturen zwischen 200 °C und 300 °C betrieben werden, ist die Anströmkammer zweckmäßig in Anströmkammersektionen unterteilt, wobei die Anströmkammersektionen jeweils einen mantelseitigen Gaseinlass für das Prozessgas aus einer Katalysatorstufe der Claus-Anlage aufweisen.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Position der Anströmkammer auf das sich innerhalb der Wärmetauscherrohre des langen Rohrbündels einstellende Temperaturprofil so abgestimmt, dass die Temperaturunterschiede zwischen der Anströmkammer und der örtlichen Temperatur des durch das lange Rohrbündel geführten Prozessgases kleiner sind als 150 °C. Bei optimaler Abstimmung sollten die Temperaturunterschiede in den Rohren in jedem Querschnitt des Apparates möglichst gering sein.

20

Nach Abscheidung von kondensiertem Schwefel muss das Prozessgas auf eine Temperatur oberhalb der Schwefelkondensationstemperatur erwärmt werden, bevor das Prozessgas in die Katalysatorstufe eintritt. Die Erwärmung erfolgt zweckmäßig durch Zumischen von heißem Prozessgas. In weiterer Ausgestaltung lehrt die Erfindung, dass durch den Dampferzeugerraum ein Zusatzrohr für heißes Prozessgas geführt ist, welches mit einer hohen Temperatur wieder aus dem Zusatzrohr austritt und zur Erwärmung des auf eine Temperatur unterhalb der Kondensationstemperatur von Schwefel gekühlten Prozessgasstromes einsetzbar ist. Auf der Abströmseite des

25  
30

Zusatzrohres ist eine Einrichtung zur Steuerung des durch das Zusatzrohr geführten Prozessgasmengenstromes vorgesehen.

5 Der erfindungsgemäße Abhitzekessel führt zur einer beachtlichen Vereinfachung der Claus-Anlage in apparatetechnischer Hinsicht. Die Verrohrung vereinfacht sich. Es entfallen Zwischenerhitzer und Kondensatoren. Eine stets aufwendige Kesselspeisewasserregelung muss lediglich für einen  
10 einzigen Apparat bereitgestellt werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch

15

Fig. 1 eine Claus-Anlage mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Abhitzekessel,

20

Fig. 2 eine weitere Ausführungsform des Abhitzekessels,

Fig. 3 den Schnitt A-A aus Fig. 2.

25 In der in Fig. 1 dargestellten Claus-Anlage wird Schwefelwasserstoff in elementaren Schwefel umgewandelt. Zum grundsätzlichen Aufbau der Anlage gehören ein Spaltreaktor 1 mit einer Brennkammer 2, ein an den Gasauslass des Spaltreaktors 1 angeschlossener Abhitzekessel 3 sowie eine Katalysatorstufe 4. Ein Schwefelwasserstoff enthaltendes Sauergas 5  
30 wird zusammen mit Luft 6 und Heizgas 7 in die Brennkammer 2 des Spaltreaktors 1 eingeführt, der im Ausführungsbeispiel

zusätzlich zu der Brennkammer 2 eine Katalysatorschüttung 8 enthält. Das Prozessgas verlässt den Spaltreaktor 1 mit einer Temperatur von ca. 1200 °C und wird im Abhitzekessel 3 auf eine zur Kondensation des Schwefels erforderliche Temperatur von weniger als 170 °C abgekühlt. Der kondensierende Schwefel wird abgeschieden. Nach Abscheidung des Schwefels wird das gekühlte Prozessgas 9 erwärmt und der Katalysatorstufe 4 zugeführt, in der Schwefelverbindungen an einem Katalysator in elementaren Schwefel umgesetzt werden. Die Katalysatorstufe 4 wird bei einer Temperatur von weniger als 300 °C betrieben. Das die Katalysatorstufe 4 verlassende Prozessgas wird ebenfalls in dem Abhitzekessel 3 auf die zur Kondensation des Schwefels erforderliche Temperatur abgekühlt. Der kondensierte Schwefel wird abgeschieden.

Der Spaltreaktor 1 besteht aus einem feuerfest ausgekleideten liegenden zylindrischen Kessel, in welchem die Brennkammer 2, ein Katalysatorraum mit der Katalysatorschüttung 8 sowie ein abströmseitiger Raum nebeneinander angeordnet sind. Die Einströmöffnung und der Gasauslass sind an gegenüberliegenden Stirnseiten des Kessels angeordnet. Der Katalysatorraum ist beidseitig von gasdurchlässigen Gittersteinen 11 begrenzt und weist eine mantelseitige Füllöffnung zum Einbringen der Katalysatorschüttung 8 auf. Die Gittersteine 11 enthalten zweckmäßig Langlöcher. Am Umfang des abströmseitigen Raums ist eine feuerfest ausgekleidete Abzweigung 12 angeschlossen, die in eine benachbarte Prozessgasleitung einmündet. Im Mündungsbereich der Abzweigung 12 ist ein Ventil 13 angeordnet, mit dem der Mengenstrom des aus der Abzweigung 12 austretenden

heißen Gasstromes regelbar ist. Der Ventilkörper des Ventils 13 wird dabei von dem kühlen Prozessgas 9 gekühlt, so dass übliche metallische Werkstoffe für den Ventilkörper verwendet werden können.

5

Der Abhitzekessel 3 weist einen von einem druckfestem Mantel 14 umgebenen Dampferzeugerraum auf, an den eine Zuführ-  
einrichtung 16 für Kesselspeisewasser sowie eine Abzugsein-  
richtung 17 für niedergespannten Dampf angeschlossen sind.

10 Der Abhitzekessel 3 enthält ein langes Rohrbündel 18 aus  
Wärmetauscherrohren, die sich durch den Dampferzeugerraum  
erstrecken und an beiden Enden in Rohrböden 19 eingesetzt  
sind, welche den Dampferzeugerraum begrenzen. Ferner ist  
15 mindestens ein weiteres Rohrbündel 20 aus kürzeren Wärme-  
tauscherrohren vorgesehen, die an ihrem austrittsseitigen  
Ende ebenfalls in den Rohrboden 19 eingesetzt sind und an  
ihrem eintrittsseitigen Ende in eine Anströmkammer 21 mün-  
den. Das lange Rohrbündel 18 wird von dem aus der Brenn-  
kammer bzw. dem Spaltreaktor 1 austretenden heißen Prozess-  
20 gas durchströmt. Die Anströmkammer 21 ist innerhalb des  
Dampferzeugerraums 15 angeordnet und wird von dem kühleren  
Prozessgas aus der Katalysatorstufe 4 beaufschlagt. Der Ab-  
hitzekessel 3 weist ferner ein Kopfstück 22 auf, das am  
austrittsseitigen Ende an den Rohrboden 19 anschließt und  
25 in Sektionen unterteilt ist. Jeder Sektion des Kopfstückes  
ist jeweils ein Rohrbündel 18, 20 zugeordnet. An die Sek-  
tionen sind Einrichtungen zur Ableitung von kondensiertem  
Schwefel angeschlossen.

30 Der Abhitzekessel 3 ist eintrittsseitig unmittelbar an den  
Spaltreaktor 1 angeschlossen. Er weist ein entsprechendes

Kopfstück mit einem Anschlussflansch auf. Das aus der Katalysatorstufe 4 abgezogene kühlere Prozessgas ist über einen mantelseitigen Gaseinlass in die Anströmkammer 21 einspeisbar. Die Aufgabestelle für das kühlere Prozessgas ist entlang dem Abhitzekeßel 3 so gewählt, dass keine allzu hohen Temperaturunterschiede in den Rohren auftreten und die Wärmespannungen beherrschbar sind. Im Ausführungsbeispiel ist die Position der Anströmkammer 21 auf das sich innerhalb der Wärmetauscherrohre des langen Rohrbündels 18 einstellende Temperaturprofil so abgestimmt, dass die Temperaturunterschiede zwischen der Anströmkammer 2 und der örtlichen Temperatur des durch das lange Rohrbündel 18 geführten Prozessgases kleiner sind als 150 °C.

Die in den Fig. 2 und 3 dargestellte Ausführungsform ist für eine Claus-Anlage bestimmt, die eine Brennkammer bzw. einen Spaltreaktor und zwei bei Temperatur unterhalb von 300 °C betriebene Katalysatorstufen aufweist. Die Anströmkammer 21 ist in Anströmkammersektionen 21a, 21b unterteilt, die jeweils einen mantelseitigen Gaseinlass für das Prozessgas aus einer Katalysatorstufe aufweist. Es versteht sich, dass auch das gasaustrittsseitige Kopfstück 22 in eine entsprechende Anzahl von Sektionen unterteilt ist. In der Fig. 2 ist ferner durch eine gestrichelte Linie angedeutet, dass der Abhitzekeßel ein Zusatzrohr 24 für heißes Prozessgas aufweisen kann, welches durch den Dampferzeugerraum geführt ist und an dem austrittsseitigen Ende mit einer Einrichtung 25 zur Steuerung des Prozessgasmengenstromes ausgerüstet ist. Das Zusatzrohr 24 ist so ausgelegt, dass das Prozessgas mit einer hohen Temperatur wieder aus dem Zusatzrohr 24 austritt und zur Erwärmung des auf

eine Temperatur unterhalb der Kondensationstemperatur von Schwefel gekühlten Prozessgasstromes einsetzbar ist. Das Zusatzrohr 24 ersetzt insofern eine Bypassleitung.

Patentansprüche:

1. Abhitzekessel für eine Claus-Anlage mit

5        einem von einem druckfesten Mantel (14) umgebenen  
Dampferzeugerraum,

10        einem langen Rohrbündel (18) aus Wärmetauscherrohren,  
die sich durch den Dampferzeugerraum erstrecken und an  
beiden Enden in Rohrböden (19) eingesetzt sind, welche  
den Dampferzeugerraum begrenzen,

15        mindestens einem weiteren Rohrbündel (20) aus kürzeren  
Wärmetauscherrohren, die an ihrem austrittsseitigen  
Ende ebenfalls in den Rohrboden (19) eingesetzt sind  
und an ihrem eintrittsseitigen Ende in eine Anström-  
kammer (21) münden,

20        einem Kopfstück (22), das am austrittsseitigen Ende an  
den Rohrboden (19) anschließt und in Sektionen unter-  
teilt ist,

wobei das lange Rohrbündel (18) von einem aus einer Brenn-  
kammer (2) austretenden heißen Prozessgas durchströmt wird,  
25        wobei die Anströmkammer (21) innerhalb des Dampferzeuger-  
raums angeordnet ist und von einem kühleren Prozessgas (10)  
aus einer Katalysatorstufe (4) der Claus-Anlage beauf-  
schlagt ist, wobei jeder Sektion des Kopfstücks (22) je-  
weils ein Rohrbündel (18, 20) zugeordnet ist und wobei an  
30        die Sektionen Einrichtungen zur Ableitung von kondensiertem  
Schwefel angeschlossen sind.

2. Abhitzekessel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
dass an den eintrittsseitigen Rohrboden ein Kopfstück mit  
einem Anschlussflansch zur unmittelbaren Befestigung an der  
5 Brennkammer oder an einem die Brennkammer enthaltenden  
Spaltreaktor angeschlossen ist.

3. Abhitzekessel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Anströmkammer (21) einen mantelseitigen  
10 Gaseinlass für das Prozessgas aufweist.

4. Abhitzekessel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Anströmkammer (21) in Anströmkammersek-  
tionen (21a, 21b) unterteilt ist, wobei die Anströmkammer-  
15 sektionen (21a, 21b) jeweils einen mantelseitigen Gasein-  
lass für das Prozessgas aus einer Katalysatorstufe der  
Claus-Anlage aufweist.

5. Abhitzekessel nach einem Ansprüche 1 bis 4, dadurch  
20 gekennzeichnet, dass die Position der Anströmkammer (21)  
auf das sich innerhalb der Wärmetauscherrohre des langen  
Rohrbündels (18) einstellende Temperaturprofil so abge-  
stimmt ist, dass die Temperaturunterschiede zwischen der  
Anströmkammer (21) und der örtlichen Temperatur des durch  
25 das lange Rohrbündel (18) geführten Prozessgas kleiner sind  
als 150°C.

6. Abhitzekessel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekenn-  
zeichnet durch ein durch den Dampferzeugerraum geführtes  
30 Zusatzrohr (24) für heißes Prozessgas und einer auf der Ab-  
strömseite vorgesehenen Einrichtung (25) zur Steuerung des

Prozessgasmengenstroms durch das Zusatzrohr (24), wobei das Prozessgas mit einer hohen Temperatur wieder aus dem Zusatzrohr (24) austritt und zur Erwärmung des auf eine Temperatur unterhalb der Kondensationstemperatur von Schwefel abgekühlten Prozessgasstromes einsetzbar ist.

5

Fig. 1

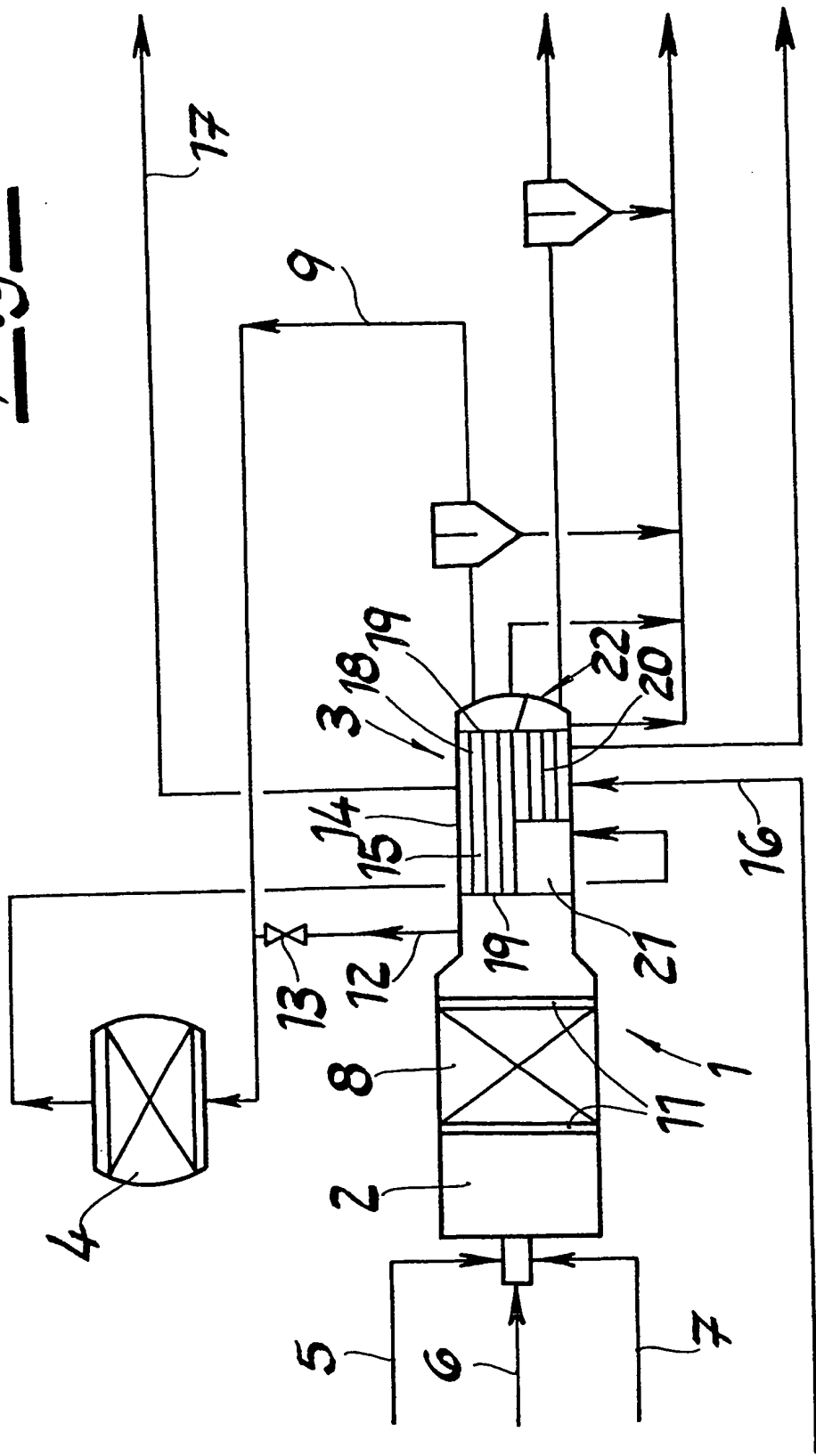


Fig. 2

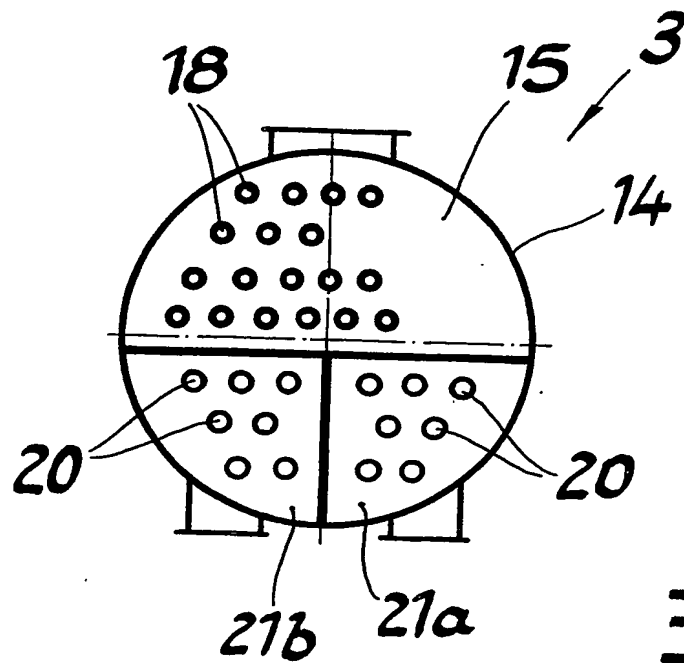
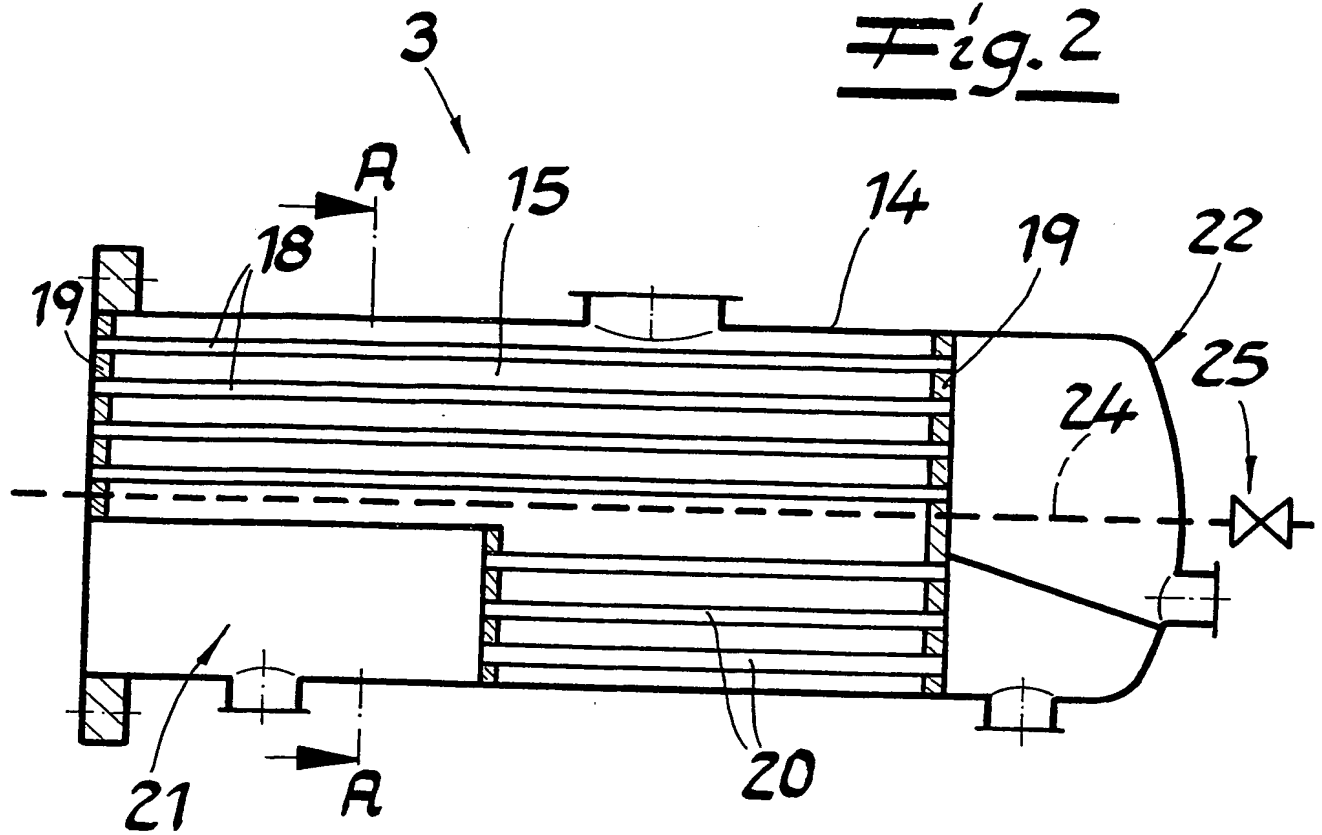


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**